

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/016845

International filing date: 13 September 2005 (13.09.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-265219  
Filing date: 13 September 2004 (13.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 January 2006 (03.01.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2004年 9月13日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2004-265219

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

J P 2004-265219

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 日本精工株式会社

2005年12月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office.

中 嶋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P049722  
【提出日】 平成16年 9月13日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F16C 17/24  
F16C 19/52  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内  
【氏名】 武藤 泰之  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004204  
【氏名又は名称】 日本精工株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100105647  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 小栗 昌平  
【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100105474  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 本多 弘徳  
【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100108589  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 市川 利光  
【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100115107  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 高松 猛  
【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100090343  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 濱田 百合子  
【電話番号】 03-5561-3990  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 092740  
【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0002910

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

静止部材に対して相対的に回転する回転部品の異常を診断する異常診断装置であって、前記回転部品を回転駆動する回転駆動手段と、前記回転部品又は前記静止部材に固定される振動センサ、音響センサ、超音波センサ、A E センサ及び温度センサの少なくとも一つのセンサとを備え、

前記回転駆動手段の非通電時における前記回転部品の所定の回転速度領域内での慣性回転時に、前記センサによる振動又は温度の検出信号に基づいて前記回転部品の異常を診断することを特徴とする異常診断装置。

【請求項 2】

前記回転駆動手段は通電及び非通電を繰り返して用いられると共に、該回転駆動手段の非通電時に前記回転部品が慣性回転可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の異常診断装置。

【請求項 3】

前記回転駆動手段の非通電時の前記回転部品の慣性回転状態を該回転駆動手段の OFF 信号に基づいて検出することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の異常診断装置。

【請求項 4】

前記回転駆動手段の回転速度を検出する回転速度センサを備え、該回転速度センサによる回転速度の検出信号と前記センサによる振動又は温度の検出信号とを連動して前記回転部品の異常を診断することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の異常診断装置。

【請求項 5】

回転速度信号に基づき算出した前記回転部品の損傷に起因した周波数成分と前記振動センサ、前記音響センサ、前記超音波センサ及び前記 A E センサのいずれかにより検出された信号に基づく実測データの周波数成分とを比較する比較照合部と、該比較照合部での比較結果に基づき、前記回転部品の異常の有無の判定や損傷部位を特定する異常判定部とを備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の異常診断装置。

【請求項 6】

前記振動センサ、前記音響センサ、前記超音波センサ又は前記 A E センサにより検出された信号波形から不要な周波数帯域を除去するフィルタ処理部と、

前記フィルタ処理部から転送されたフィルタ処理後の波形の絶対値を検波するエンベロープ処理部と、

前記エンベロープ処理部から転送された波形の周波数を分析する周波数分析部とを備えていることを特徴とする請求項 5 に記載の異常診断装置。

【請求項 7】

前記回転部品が鉄道車両用であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の異常診断装置。

【請求項 8】

前記回転部品が風力発電機用であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の異常診断装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 異常診断装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば鉄道車両の車軸やギアボックス或いは発電用風車の減速機等に用いられる回転部品の異常を診断する異常診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、鉄道車両や発電用風車等の回転部品は、一定期間使用した後に、軸受やその他の回転部品について、損傷や摩耗等の異常の有無が定期的に検査される。この定期的な検査は、回転部品が組み込まれた機械装置を分解することにより行われ、回転部品に発生した損傷や摩耗は、担当者が目視による検査により発見するようにしている。そして、検査で発見される主な欠陥としては、軸受の場合、異物の噛み込み等によって生ずる圧痕、転がり疲れによる剥離、その他の摩耗等、歯車の場合には、歯部の欠損や摩耗等、車輪の場合には、フラット等の摩耗があり、いずれの場合も新品にはない凹凸や摩耗等が発見されれば、新品に交換される。

【0003】

しかしながら、このような人手による回転部品の異常の有無の検査は、該回転部品が組み込まれた装置の分解に相当な時間とコストがかかり、検査後の再組立にも相当な時間がかかるという問題がある。

【0004】

特に発電用風車の場合、オフショアで使用される事が多く、その台数も多いため、現在、保全担当者が現地に行き、個々の風車の回転部品の検査を行っていることが多く、この場合、多大な時間とコストがかかり、メンテナンス性において効率が悪いという問題がある。また、限られた時間内で多数の回転部品を目視で検査するため、欠陥を見落とす可能性がある。

【0005】

更に、回転部品の欠陥の程度の判断も個人差があり、実質的には欠陥がなくても部品交換が行われるため、無駄なコストがかかることにもなり、例えば再組立時に検査前にはなかった打痕を回転部品につけてしまう等、検査自体が部品の欠陥を生む原因となる虞れもある。

【0006】

そこで、回転部品が組み込まれた機械装置を分解することなく、実稼動状態で回転部品の異常診断を行う例として、機械装置の状態を振動センサ又は温度センサ等で常時計測して、各計測値が予め設定しておいた規定値以上に上昇したか否かで異常の有無を判定し、異常判定の場合に、異常警報を出力したり、機械装置の稼動を停止させたりする方法が提案されている(例えば特許文献1参照。)

【特許文献1】 特開平11-125244号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献1においては、回転部品が組み込まれる装置には該回転部品に回転駆動力を伝達するためのモータ等の回転駆動手段が装着されているため、モータ駆動時に電磁音等の電氣的な外乱ノイズが突発的に発生して異常診断に対するS/N比(信号対雑音比)が悪くなり、誤診断により異常警報を発したりする等、安定稼動が妨げられるという問題がある。

【0008】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、回転部品が組み込まれている装置を分解することなく実稼動状態で回転部品の異常を診断することができると共に、回転駆動手段で発生する電氣的な外乱ノイズ等の影響による誤診断を防止して信



頼性の高い異常診断を行うことができる異常診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の目的は、下記の構成により達成される。

(1) 静止部材に対して相対的に回転する回転部品の異常を診断する異常診断装置であって、

前記回転部品を回転駆動する回転駆動手段と、前記回転部品又は前記静止部材に固定される振動センサ、音響センサ、超音波センサ、AEセンサ及び温度センサの少なくとも一つのセンサとを備え、

前記回転駆動手段の非通電時における前記回転部品の所定の回転速度領域内での慣性回転時に、前記センサによる振動又は温度の検出信号に基づいて前記回転部品の異常を診断することを特徴とする異常診断装置。

(2) 前記回転駆動手段は通電及び非通電を繰り返して用いられると共に、該回転駆動手段の非通電時に前記回転部品が慣性回転可能であることを特徴とする(1)に記載の異常診断装置。

(3) 前記回転駆動手段の非通電時の前記回転部品の慣性回転状態を該回転駆動手段のOFF信号に基づいて検出することを特徴とする(1)または(2)に記載の異常診断装置。

(4) 前記回転駆動手段の回転速度を検出する回転速度センサを備え、該回転速度センサによる回転速度の検出信号と前記センサによる振動又は温度の検出信号とを連動して前記回転部品の異常を診断することを特徴とする(1)～(3)のいずれかに記載の異常診断装置。

(5) 回転速度信号に基づき算出した前記回転部品の損傷に起因した周波数成分と前記振動センサ、前記音響センサ、前記超音波センサ及び前記AEセンサのいずれかにより検出された信号に基づく実測データの周波数成分とを比較する比較照合部と、該比較照合部での比較結果に基づき、前記回転部品の異常の有無の判定や損傷部位を特定する異常判定部とを備えていることを特徴とする(1)～(4)のいずれかに記載の異常診断装置。

(6) 前記振動センサ、前記音響センサ、前記超音波センサ又は前記AEセンサにより検出された信号波形から不要な周波数帯域を除去するフィルタ処理部と、

前記フィルタ処理部から転送されたフィルタ処理後の波形の絶対値を検波するエンベロープ処理部と、

前記エンベロープ処理部から転送された波形の周波数を分析する周波数分析部とを備えていることを特徴とする(5)に記載の異常診断装置。

(7) 前記回転部品が鉄道車両用であることを特徴とする(1)～(6)のいずれかに記載の異常診断装置。

(8) 前記回転部品が風力発電機用であることを特徴とする(1)～(6)のいずれかに記載の異常診断装置。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、回転駆動手段の非通電時における回転部品の所定の回転速度領域内での慣性回転時に、センサによる振動又は温度の検出信号に基づいて回転部品の異常を診断するようにしているので、回転部品が組み込まれている装置を分解することなく実稼動状態で回転部品の異常を診断することができると共に、回転駆動手段の電氣的な外乱ノイズを抑制することにより、高感度で高SN比(信号対雑音比)での信号の検出が可能となり、信頼性の高い異常診断を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。ここで、図1は本発明の一実施形態である異常診断装置の診断対象である複列円すいころ軸受を備えた鉄道車両用転がり軸受装置の断面図、図2は異常診断装置の信号処理系統のブロック図、図

3は回転状態判定部の処理フローを示すフローチャート、図4は転がり軸受の傷の部位と、傷に起因して発生する特徴周波数との関係を示す図、図5はモータ非通電時の振動センサによる振動波形を示すグラフ、図6はモータ通電時の振動センサによる振動波形を示すグラフである。

#### 【0012】

図1に示されるように、異常診断装置が適用される鉄道車両用の転がり軸受装置10は、回転部品である複列円すいころ軸受11と、鉄道車両用台車の一部を構成する静止部材である軸受箱12とを備える。

#### 【0013】

複列円すいころ軸受11は、回転駆動手段である駆動モータ13aにより回転駆動される回転軸である鉄道車両の車軸13を回転可能に支持しており、外周面に円すい外面状に傾斜した内輪軌道面15、15を有する一対の内輪14、14と、内周面に円すい内面状に傾斜した一対の外輪軌道面17、17を有する単一の外輪16と、内輪14、14の内輪軌道面15、15と外輪16の外輪軌道面17、17との間に複列で複数配置された転動体である円すいころ18と、円すいころ18を転動自在に保持する環状の打ち抜き保持器19、19と、外輪16の軸方向の両端部にそれぞれ装着された一対のシール部材20、20とを備える。なお、駆動モータ13aは通電(ON)及び非通電(OFF)を繰り返し用いられると共に、駆動モータ13aの非通電時には複列円すいころ軸受11が車軸13と共に慣性回転する。

#### 【0014】

軸受箱12は、鉄道車両用台車の側枠を構成するハウジング21を備えており、このハウジング21は外輪16の外周面を覆うように円筒状に形成されている。また、ハウジング21の軸方向の前端部側には前蓋22が配置され、ハウジング21の軸方向の後端部側には後蓋23が配置されている。

#### 【0015】

一対の内輪14、14の間には、内輪間座24が配置されている。一対の内輪14、14及び内輪間座24には車軸13が圧入されており、外輪16はハウジング21に嵌合されている。複列円すいころ軸受11には、種々部材の重量等によるラジアル荷重と任意のアキシャル荷重とが負荷されており、外輪16の周方向の上側部が負荷圏になっている。ここで、負荷圏とは、転動体に対して荷重が負荷される領域をいう。

#### 【0016】

車軸13の前端部側に配置された一方のシール部材20は、外輪16の外側端部と前蓋22との間に組み付けられ、後端部側に配置された他方のシール部材20は、外輪16の外側端部と後蓋23との間に組み付けられている。

#### 【0017】

ハウジング21の外周部の複列円すいころ軸受11の軸方向の略中央部位置には径方向に貫通する貫通穴26が形成され、この貫通穴26には異常診断装置の一部を構成する異常検出用センサ31が筐体27に収容された状態で固定されている。

#### 【0018】

異常検出用センサ31は、振動センサ、AE(acoustic emission)センサ、音響センサ、超音波センサの少なくとも1つの振動を検出可能な振動系センサと温度センサとを一体に筐体27内に収納固定した複合型センサである。なお、図1の異常検出用センサ31は、振動センサ32と温度センサ33を備える。

#### 【0019】

振動センサ32は、圧電素子等の振動測定素子であり、複列円すいころ軸受11の内外輪軌道面15、15、17、17の剥離や、歯車の欠損、車輪のフラット摩耗等を検出するのに用いられる。なお、振動センサ32は、加速度、速度或いは変位型等、振動を電気信号化できるものであればよく、ノイズが多いような機械装置に取付ける際には、絶縁型を使用する方がノイズの影響を受けることがないので好ましい。

#### 【0020】

温度センサ33は、サーミスタ温度測定素子や白金測温抵抗体や熱電対等の非接触タイプの温度測定素子であり、筐体27内で外輪16の外周面近傍に配置されている。また、温度センサ33としては、雰囲気温度が規定値を超えると、バイメタルの接点が離れたり、接点が溶断したりすることで導通しなくなる温度ヒューズを用いることができる。その場合、装置の温度が規定値を超えたとき、温度ヒューズの導通が遮断されることによって温度異常が検出される。

#### 【0021】

また、異常検出用センサ31は、複列円すいころ軸受11の非回転側軌道輪に嵌合している軸受箱12のラジアル荷重の負荷圏領域に取り付けている。このため、例えば、軸受軌道面に損傷が発生した場合、その損傷部を転動体が通過する際に生じる衝突力は無負荷圏よりも負荷圏の方が大きく、軸受負荷圏の方が感度良く異常振動を検出することができる。

#### 【0022】

また、本実施形態では、複列円すいころ軸受11の回転速度を検出するエンコーダ等の回転速度センサ40（図2参照）が設けられている。

#### 【0023】

そして、本実施形態では、駆動モータ13aの非通電時における複列円すいころ軸受11の所定の回転速度領域内での慣性回転状態を回転速度センサ40及び駆動モータのOFF信号に基づいて検出し、該検出時に、振動センサ32及び温度センサ33による検出信号に基づいて複列円すいころ軸受11の異常を診断する。

#### 【0024】

まず、図2に示すように、振動センサ32が発生した振動信号、温度センサ33が発生した温度信号は、信号伝送手段34を介して増幅及びA/D変換後に回転状態判定部50に転送される。なお、振動信号の増幅及びA/D変換は伝送前に行なわれてもよく、また、増幅とA/D変換の順序は逆であっても良い。

#### 【0025】

回転状態判定部50は、駆動モータ13aを所定の回転速度領域内で駆動運転した後、駆動モータ13aを非通電とした慣性回転領域かどうかを判定する。例えば、図3の処理フローに示すように、回転状態判定部50は、駆動モータ側のOFF信号が出力されているか否かを判定する（ステップS101）と共に、回転速度センサ40からの複列円すいころ軸受11の回転速度情報が予め設定された所定の回転速度領域内であるか否かを判定する（ステップS102）。そして、駆動モータ側のOFF信号（非通電）が出力されておらず、或いは回転速度センサ40からの複列円すいころ軸受11の回転速度情報が予め設定された所定の回転速度領域内ではない場合は、ステップS101に戻って処理を繰り返す。一方、駆動モータ側のOFF信号が回転状態判定部50に出力され、且つ回転速度センサ40からの複列円すいころ軸受11の回転速度情報が予め設定された所定の回転速度領域内である場合には、その時点の振動信号及び温度信号を検出し、フィルタ部35、温度計測値分析部51に転送する（ステップS103）。

#### 【0026】

なお、回転状態判定部50は、複列円すいころ軸受11の回転速度情報が所定の回転速度領域内であることが確認されている場合には、駆動モータのOFF信号の出力に基づいて振動信号及び温度信号を検出するようにしてもよい。或いは、回転速度センサ40による回転速度情報の推移によって駆動モータ13aが非通電時であることを判断するようにすれば、回転速度センサ40による回転速度の検出信号と、センサによる振動又は温度の検出信号とを連動させて、回転部品の異常を診断するようにしてもよい。

#### 【0027】

フィルタ部35は、固有振動数記憶部36に記憶された、複列円すいころ軸受11の固有振動数に基づいて、振動信号からその固有振動数に対応する所定の周波数帯域のみを抽出する。この固有振動数は、回転部品である複列円すいころ軸受11を被測定物として、打撃法により加振し、被測定物に取付けた振動検出器又は打撃により発生した音響を周波



数分析することにより容易に求めることができる。なお、被測定物が複列円すいころ軸受の場合には、内輪、外輪、転動体、保持器等のいずれかに起因する固有振動数が与えられる。一般的に、機械部品の固有振動数は複数存在し、また固有振動数での振幅レベルは高くなるため測定感度がよい。

#### 【0028】

エンベロープ処理部37は、フィルタ部35にて抽出された所定の周波数帯域に対して、波形の絶対値を検波する絶対値検波処理を行う。そして、周波数分析部38は、エンベロープ処理部37から転送された波形の周波数を分析し、周波数分析による実測値データを比較照合部39へ転送する。

#### 【0029】

一方、理論周波数計算部41は、回転速度センサ40からの複列円すいころ軸受11の回転速度情報に基づき算出された、軸受の剥離等の損傷に起因した周波数成分の計算値データを比較照合部39に転送する。ここで、計算値データは、図4に示されるような、内輪、外輪、転動体、保持器の損傷に起因した周波数成分データとなる。

#### 【0030】

そして、比較照合部39は、周波数分析部38で得られた実測値データと理論周波数計算部41で得られた計算値データとを比較照合する。更に、異常判定部42は、比較照合部39での比較結果に基づき、複列円すいころ軸受11の振動異常の有無、異常部位の特定を行う。

#### 【0031】

そして、結果出力部43では複列円すいころ軸受11の異常判定と異常部位の特定の結果の出力が行われ、アラーム等の警報が発せられたり、判定結果が記憶部に取り込まれる。なお、異常判定部42から結果出力部43への情報転送は、有線や無線で行われる。

#### 【0032】

一方、駆動モータ側のOFF信号が出力され、且つ複列円すいころ軸受11の回転速度情報が予め設定された所定の回転速度領域内である場合に検出された温度信号は、温度計測値分析部51にて処理された後、異常判定部42に出力される。

#### 【0033】

該異常判定部42では予め設定した閾値を超えるか否かを判定し、閾値を超えない場合は軸受に異常は発生していないと判断し、閾値を超えた場合は焼付き等の異常が軸受に発生したと判断して、結果出力部43で複列円すいころ軸受11の異常判定の結果の出力が行われ、アラーム等の警報が発せられる。

#### 【0034】

なお、増幅後の振動信号処理は、各種データ処理と演算を行うもので、例えば、マイクロコンピュータ或いは専用マイクロチップ等を用いることが可能である。また、検出した信号をメモリ等の記憶手段に格納後に、演算処理を行うようにしても良い。

#### 【0035】

このように本実施形態では、駆動モータ13aの非通電時における複列円すいころ軸受11の所定の回転速度領域内での慣性回転状態において、振動センサ32及び温度センサ33による検出信号に基づいて複列円すいころ軸受11の異常を診断するようにしているので、複列円すいころ軸受11が組み込まれている鉄道車両用転がり軸受装置10を分解することなく実稼動状態で複列円すいころ軸受11の異常を診断することができると共に、駆動モータ13a駆動時の電磁音等、電気的な外乱ノイズを抑制することにより、高感度で高SN比（信号対雑音比）での信号の検出が可能となり、信頼性の高い異常診断を行うことができる。

#### 【0036】

また、振動の情報については、回転速度信号に基づき算出した複列円すいころ軸受11の損傷に起因した周波数成分と振動センサ32により検出された信号の振動波形にフィルタ処理及びエンベロープ処理を施して得られた実測データの周波数成分とを比較することにより、複列円すいころ軸受11の異常の有無の判定や損傷部位を特定することもでき、

異常診断の信頼性をより確実なものとする事ができる。

#### 【0037】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

例えば、本実施形態では、回転部品として鉄道車両用転がり軸受装置に組み込まれる複列円すいころ軸受を例示したが、これに代えて、発電用風車の減速機に組み込まれる転がり軸受や歯車等を診断対象にして本発明を適用してもよい。

#### 【0038】

また、機械装置によってはクラッチ機構等を用いて歯車列の噛合いが間欠的に行われる場合があり、上記実施形態に加えて、クラッチによる歯車列の噛合いが離れた時に振動センサ32及び温度センサ33による検出信号に基づいて複列円すいころ軸受11の異常を診断することにより、機械的な歯車列の噛合いノイズと電気的なノイズの影響を受けることがなくなり、さらに高SN比な異常診断が可能となる。なお、歯車列の噛み合いが離れた時に駆動モータ側に信号を出力し、駆動モータの非通電状態後に振動や温度の信号検出及び異常診断を行うと、診断の効率化が図れる。

#### 【0039】

更に、鉄道車両用においては、上記実施形態に加えて、線路の繋ぎ目やポイント等がなく、且つ直線走行時に、振動センサ32及び温度センサ33による検出信号に基づいて複列円すいころ軸受11の異常を診断することによっても同様の作用効果を得ることができる。この場合、例えば、直線走行になる場所を通過した時に運転席側または駆動モータ側に信号を出力し、駆動モータの非通電状態後に振動や温度の信号検出及び異常診断を行うと診断の効率化が図れる。

#### 【実施例】

#### 【0040】

ここで、本発明の異常診断装置を用いた場合の診断結果の信頼性を確認するため、以下の試験を行った。試験は、外輪軌道面に欠陥がある円すいころ軸受（外径＝245mm、内径＝130mm、幅＝170mm）を軸受箱のハウジングに組み込み、 $150\text{min}^{-1}$ で内輪を回転させた時に発生する振動をハウジングに取り付けた圧電式絶縁型加速度センサにより検出し、増幅後の信号を周波数分析（エンベロープ分析）して比較した。

#### 【0041】

図5は、軸受の内輪が $150\text{min}^{-1}$ になった時に、軸受に回転を伝達する駆動モータを非通電状態（OFF状態）として軸受を慣性回転させたときのハウジングの振動を周波数分析（エンベロープ分析）した結果の一例を示したものである。また、図6は、軸受の内輪が $150\text{min}^{-1}$ になった時に、軸受に回転を伝達する駆動モータを通電状態（ON状態）として軸受を回転駆動させたときのハウジングの振動を周波数分析（エンベロープ分析）した結果の一例を示したものである。

#### 【0042】

図5及び図6から、駆動モータを非通電状態（OFF状態）として軸受を慣性回転させたときの振動波形には外輪損傷に起因した複数の周波数成分が顕著に存在しているが、駆動モータを通電状態（ON状態）として軸受を回転駆動させたときの振動波形には、駆動モータの駆動による電磁成分の影響が大きく前述した顕著なノイズ成分が発生しているのが判る。

#### 【0043】

従って、回転状態判定部により回転駆動手段の非運転時の慣性回転領域内で振動を検出することにより、上記振動による外乱ノイズの影響を受けることなく高SN比な異常診断が可能となることが分かる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0044】

【図1】 本発明の一実施形態である異常診断装置の診断対象である複列円すいころ軸受を備えた鉄道車両用転がり軸受装置の断面図である。

【図2】本発明の一実施形態である異常診断装置の信号処理系統のブロック図である。

【図3】本発明の回転状態判定部の処理フローを示すフローチャートである。

【図4】転がり軸受の傷の部位と、傷に起因して発生する特徴周波数との関係を示す図である。

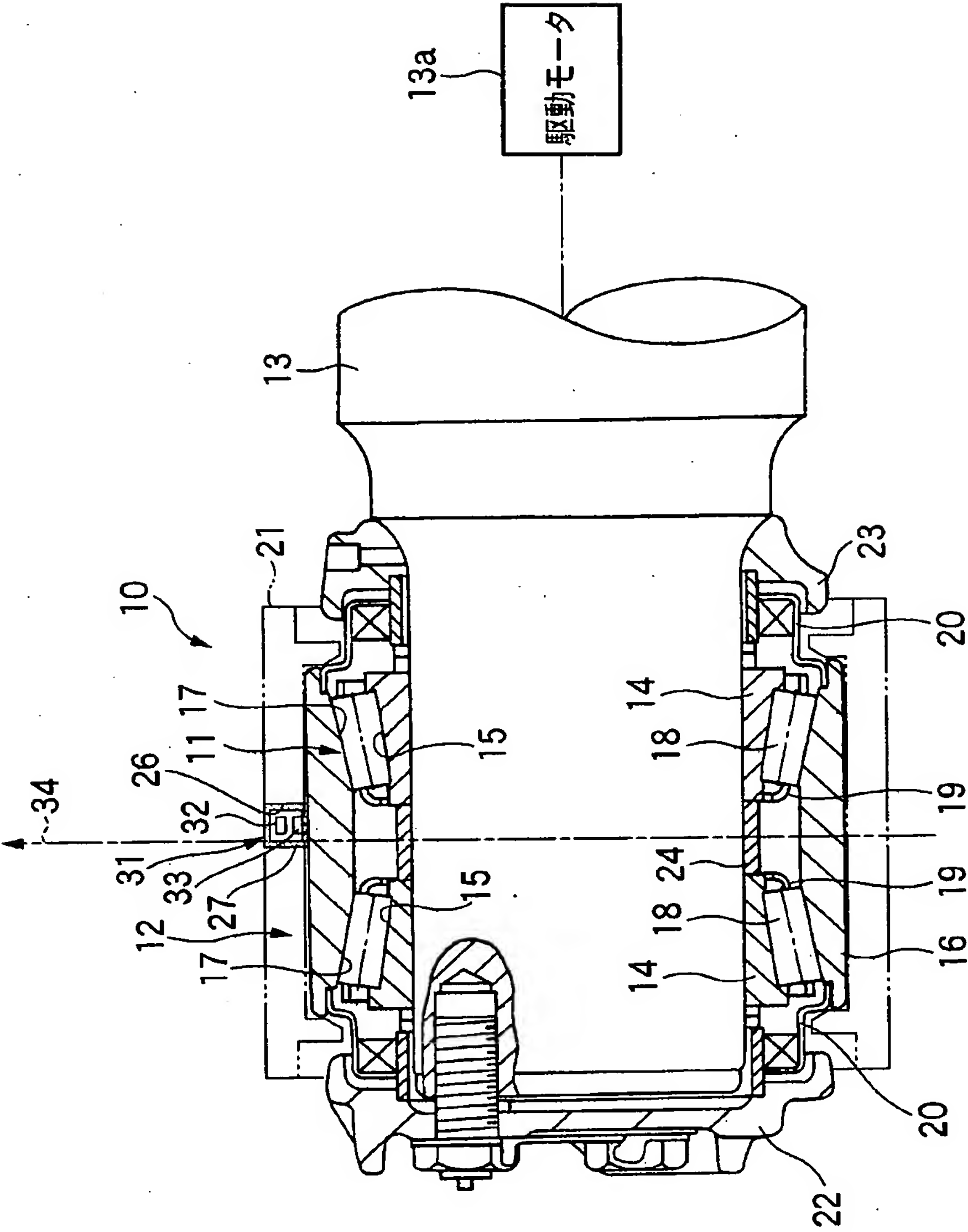
【図5】モータ非通電時の振動センサによる振動波形を示すグラフである。

【図6】モータ通電時の振動センサによる振動波形を示すグラフである。

【符号の説明】

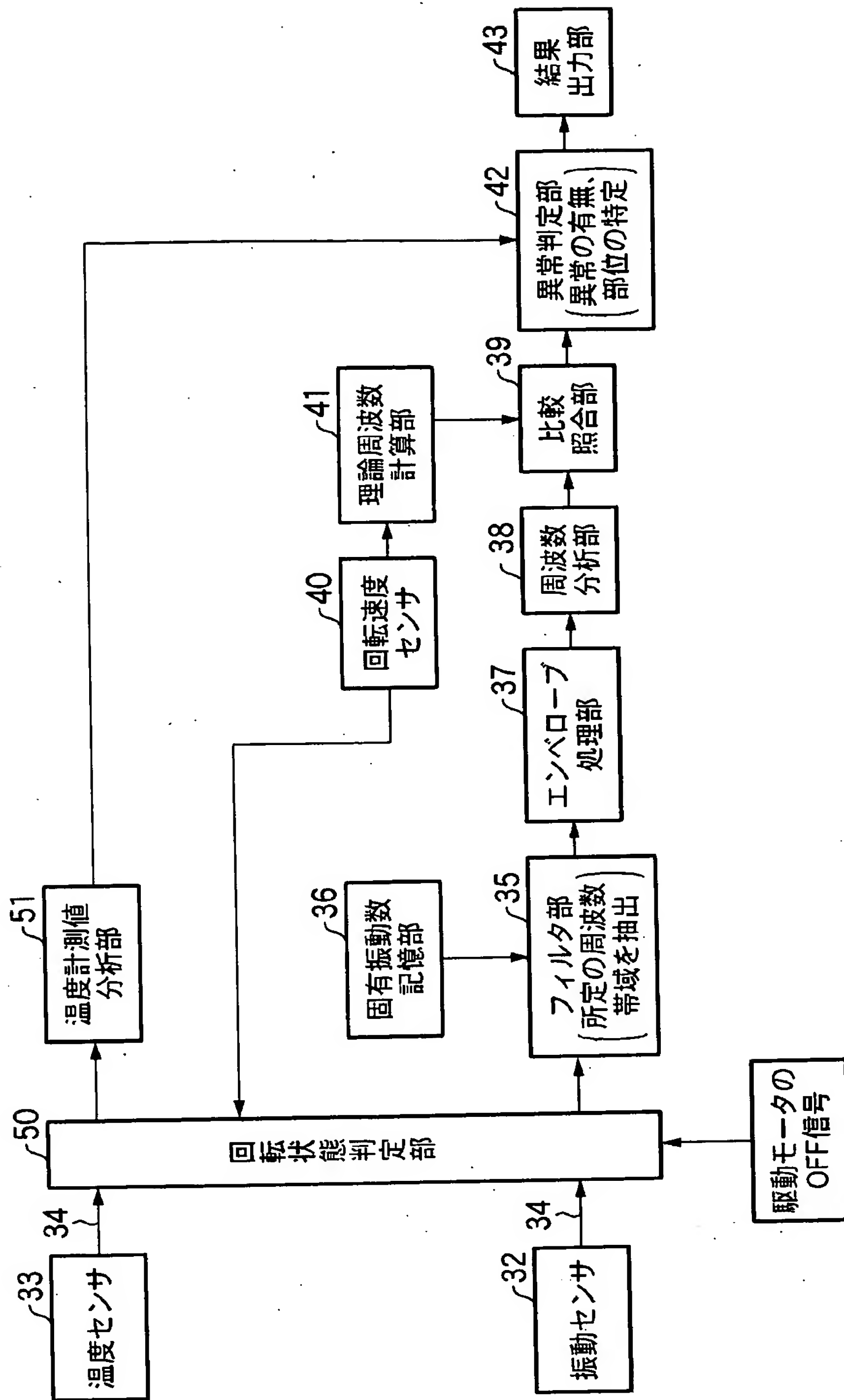
【0045】

- 1 1 鉄道車両用複列円すいころ軸受（回転部品）
- 1 2 軸受箱（静止部材）
- 3 2 振動センサ（振動系センサ）
- 3 3 温度センサ
- 3 5 フィルタ処理部
- 3 7 エンベロープ処理部
- 3 8 周波数分析部
- 3 9 比較照合部
- 4 0 回転速度センサ
- 4 2 異常判定部
- 4 3 結果出力部
- 5 0 回転状態判定部

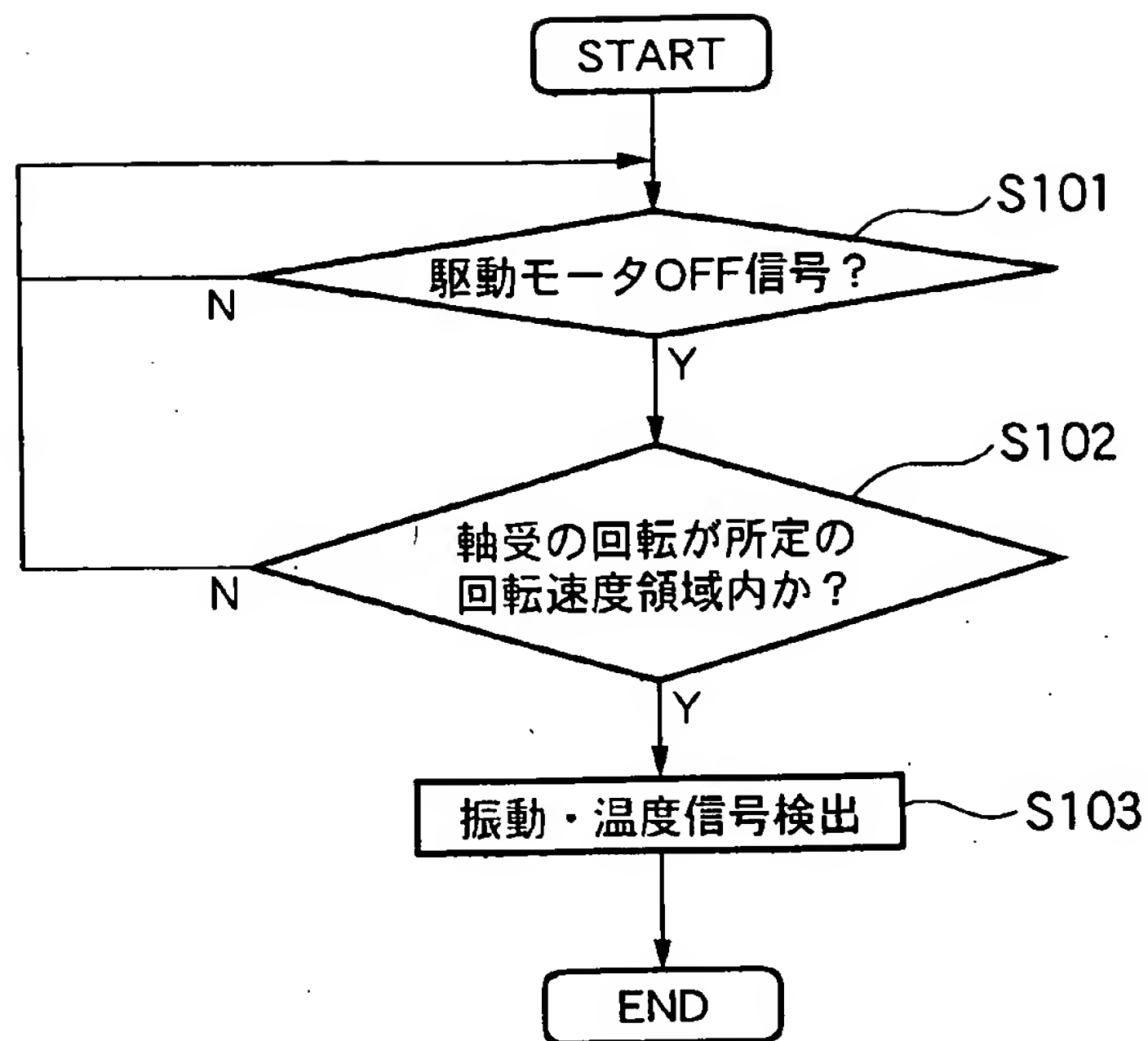




【図 2】



【図 3】

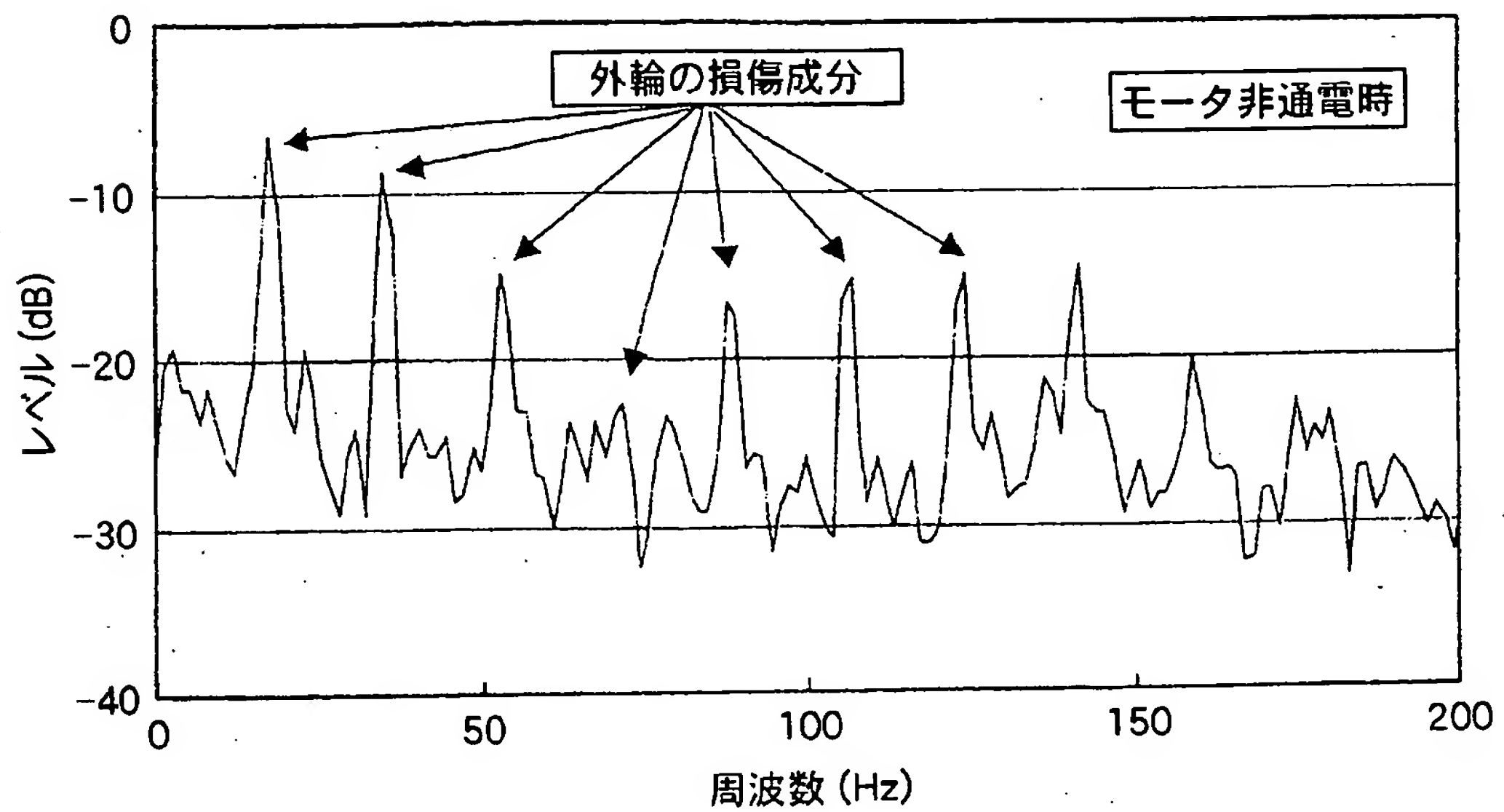


【図 4】

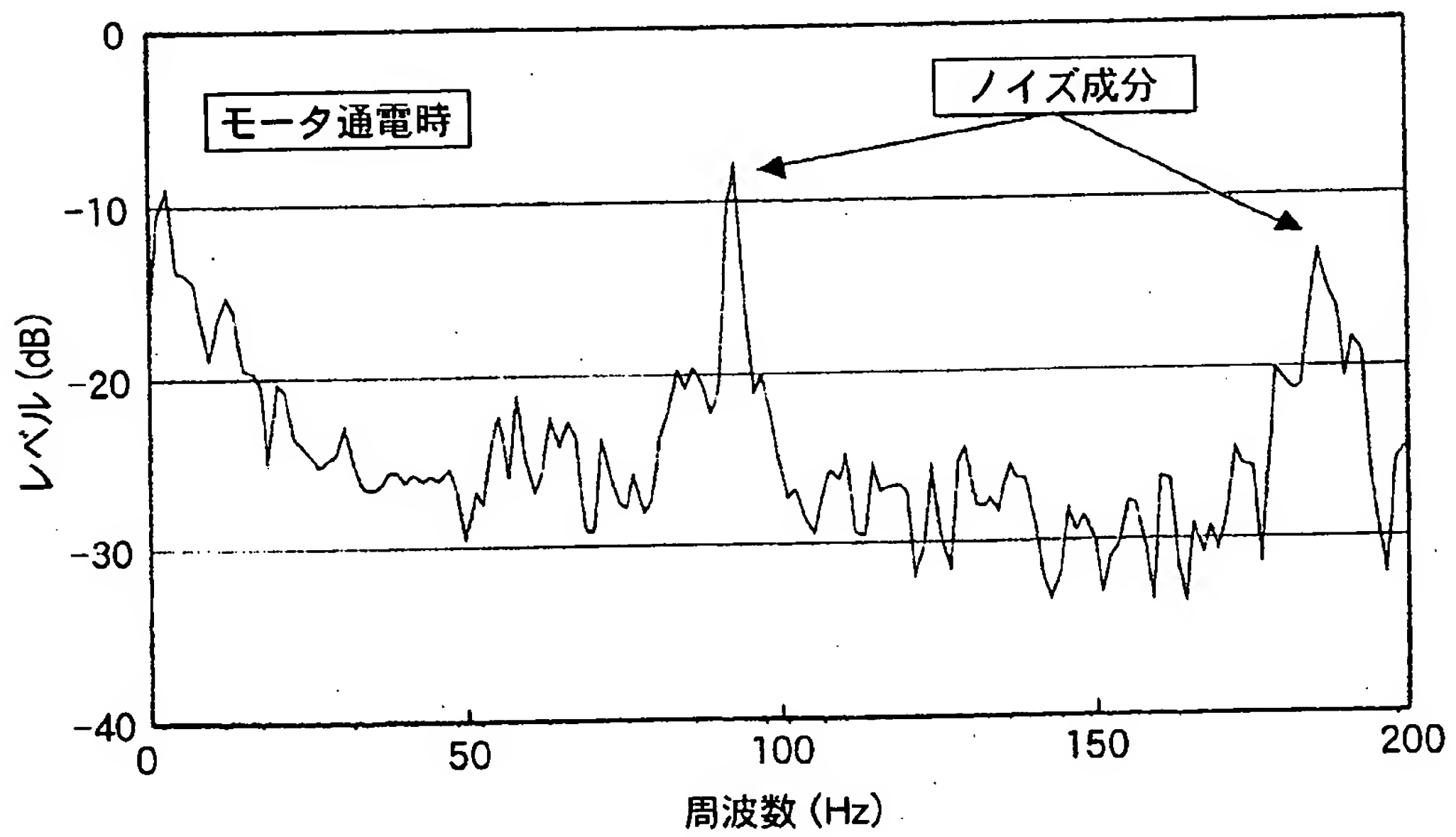
転がり軸受の傷の部位	部位に対応する周波数
内輪 (Si)	$Zf_i = \frac{fr}{2} \left( 1 + \frac{Da}{dm} \cos \alpha \right) Z$ [Hz]
外輪 (So)	$Zf_c = \frac{fr}{2} \left( 1 - \frac{Da}{dm} \cos \alpha \right) Z$ [Hz]
転動体 (Sb)	$2fb = fr \left( 1 - \frac{Da^2}{dm^2} \cos^2 \alpha \right) \times \frac{dm}{Da}$ [Hz]
保持器 (Sc)	$fc = \frac{fr}{2} \left( 1 - \frac{Da}{dm} \cos \alpha \right)$ [Hz]

$fr$  : 内輪回転速度 [Hz]       $Z$  : 転動体の数  
 $fc$  : 保持器回転速度 [Hz]       $f_i$  :  $fr - fc$   
 $fb$  : 転動体自転速度 [Hz]       $Da$  : 転動体直径 [mm]  
 $dm$  : ピッチ円直径 [mm]       $\alpha$  : 接触角 [度]

【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 軸受装置等の回転部品が組み込まれている装置を分解することなく実稼動状態で回転部品の異常を診断できると共に、回転駆動手段で発生する電気的な外乱ノイズの影響による誤診断を防止して信頼性の高い異常診断を行うことができる異常診断装置を提供する。

【解決手段】 軸受箱 12 に対して相対的に回転する鉄道車両用転がり軸受装置 10 に組み込まれた複列円すいころ軸受 11 の異常を診断する異常診断装置であって、複列円すいころ軸受 11 を回転駆動する駆動モータと、軸受箱 12 に取り付けられる振動センサ 32 とを備え、駆動モータの非通電時における複列円すいころ軸受 11 の所定の回転速度領域内での慣性回転時に、振動センサ 32 による検出信号に基づいて複列円すいころ軸受 11 の異常を診断する。

【選択図】 図 2



出願人履歴

0 0 0 0 0 4 2 0 4

19900829

新規登録

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

日本精工株式会社